

METHOD FOR HEAT-TREATING BORON-DOPED SILICON WAFER

Patent number: JP2002190478
Publication date: 2002-07-05
Inventor: SATO YUJI; YOSHINO SHIRO; FURUKAWA HIROSHI; MATSUYAMA HIROYUKI
Applicant: KOMATSU ELECTRONIC METALS CO LTD
Classification:
- international: H01L21/324; C30B29/06
- european:
Application number: JP20000389777 20001222
Priority number(s):

Also published

EP13475
WO2005**Abstract of JP2002190478**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for keeping boron concentration along the depth direction surface layer of a wafer satisfactorily uniform, even in a silicon wafer doped with boron at a low concentration.
SOLUTION: In heat-treating a boron-doped silicon wafer in argon atmosphere, the argon atmosphere is switched arbitrarily to hydrogen atmosphere or a mixed gas of argon and hydrogen in the initial stage, to make the boron concentration uniform along the depth direction in the surface layer of the boron-doped silicon wafer.

BEST AVAILABLE COPY

WO 02/52632 A1
の特許

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-190478

(P2002-190478A)

(43) 公開日 平成14年7月5日 (2002.7.5)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 1 L 21/324		H 0 1 L 21/324	X 4 G 0 7 7
C 3 0 B 29/06		C 3 0 B 29/06	B

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-389777(P2000-389777)

(22) 出願日 平成12年12月22日 (2000. 12. 22)

(71) 出願人 000184713

コマツ電子金属株式会社

神奈川県平塚市四之宮3丁目25番1号

(72) 発明者 佐藤 裕司

神奈川県平塚市四之宮2612番地 コマツ電子金属株式会社内

(72) 発明者 芳野 史朗

神奈川県平塚市四之宮2612番地 コマツ電子金属株式会社内

(72) 発明者 古川 弘

神奈川県平塚市四之宮2612番地 コマツ電子金属株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ボロンドープされたシリコンウエハの熱処理方法

(57) 【要約】

【課題】 低濃度にボロンがドープされたシリコンウエハに対しても、ウエハ表層におけるウエハ深さ方向のボロン濃度の十分な均一化を図るということを達成することができる方法を提供する。

【解決手段】 ボロンドープされたシリコンウエハをアルゴン雰囲気下で熱処理をするにあたって、当該熱処理の初期段階において、当該アルゴン雰囲気を適宜水素雰囲気或いは「アルゴンガスと水素ガスの混合気」に切り換えることによって、前記ボロンドープされたシリコンウエハのウエハ表層におけるウエハ深さ方向のボロン濃度の均一化を図る。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ボロンドープされたシリコンウエハをアルゴン雰囲気下で熱処理を行うにあたって、当該アルゴン雰囲気を適宜水素雰囲気或いは「アルゴンガスと水素ガスの混合気」に切り換えることによって、熱処理後の「ボロンドープされたシリコンウエハ」のウエハ表面におけるウエハ深さ方向のボロン濃度の均一化を図る方法。

【請求項2】 ボロンドープされたシリコンウエハをアルゴン雰囲気下で熱処理を行うにあたって、当該熱処理の初期段階において、当該アルゴン雰囲気を適宜水素雰囲気或いは「アルゴンガスと水素ガスの混合気」で当該熱処理を行うことによって、当該熱処理を行う前の段階でボロン汚染されたシリコンウエハの表面より当該ボロン汚染を除去してから、その後の熱処理をアルゴン雰囲気下で行うことを特徴とするシリコンウエハの熱処理方法。

【請求項3】 前記「アルゴンガスと水素ガスの混合気」は爆発限界以下の濃度で水素ガスを含む「アルゴンガスと水素ガスの混合気」であることを特徴とする請求項1または2記載の方法

【請求項4】 ボロンドープされたシリコンウエハのウエハ表面におけるウエハ深さ方向のボロン濃度をフラットにするように水素ガスを添加してアルゴンアニールを行う方法。

【請求項5】 シリコンウエハの表面に付着しているボロンを利用して、ボロンドープされたシリコンウエハのウエハ表面におけるウエハ深さ方向のボロン濃度をフラットにしながら、前記「ボロンドープされたシリコンウエハ」を非酸化性雰囲気下で熱処理する方法。

【請求項6】 「ボロンドープされたシリコンウエハ」のウエハ表面におけるウエハ深さ方向のボロン濃度をフラットにするために水素ガスもしくは「アルゴンガスと水素ガスの混合気」を使用する方法。

【請求項7】 前記「前記ボロンドープされたシリコンウエハ」は、ボロンが非高濃度にドーパされたシリコンに係るシリコンウエハである請求項1から6いずれか記載の方法。

【請求項8】 前記「前記ボロンドープされたシリコンウエハ」は、ボロンが非高濃度にドーパされたシリコンに係るシリコンウエハであって、請求項1から5いずれか記載の方法を使用することによって製造されたシリコンウエハ。

【請求項9】 ボロンドープされたシリコンウエハをアルゴン雰囲気下で熱処理を行うにあたって、当該熱処理を行う前の段階においてシリコンウエハの表面がボロンで汚染された場合には、当該アルゴン雰囲気における熱処理の初期段階で水素もしくは「アルゴンガスと水素ガスの混合気」で熱処理を行うことによって、熱処理後の「ボロンドープされたシリコンウエハ」のウエハ表面に

におけるウエハ深さ方向のボロン濃度の均一化を図る方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ボロンドープされたシリコンウエハをアルゴン雰囲気下で熱処理をするにあたって、ウエハ表面におけるウエハ深さ方向のボロン濃度の均一化を図るのに有効な方法に関する。

【0002】

- 10 【従来の技術】チョクラルスキー（CZ：Czochralski）法で育成した無転位単結晶シリコンインゴットから切り出されるシリコンウエハには、一般的に、COP（Crystal Originated Particle）という結晶欠陥が観察される。ここで、COPは、インゴットの成長過程で導入されるボイド（void）欠陥に起因するものであり、シリコンウエハの表面に露出してピットとなったり、露出はしていなくてもシリコンウエハの表面に存在すると（すなわちCOPがデバイス活性領域に含まれていると）、ゲート酸化膜耐圧の不良、リーク特性不良といったようなデバイス特性の不良を招く要因となる。

- 20 【0003】このようなことから、シリコンウエハの表面に露出し若しくは表面に存在しているCOPを除去するために、水素雰囲気あるいはアルゴン雰囲気等の非酸化性雰囲気下、1200℃程度の高温で熱処理（アニール）を施すことが行われている（例えば、特開昭58-85534号公報、特開平4-167433号公報）。実際に、このような熱処理（アニール）を施すことにより、ウエハ表面の酸素が外方拡散されることとなり、シリコンウエハの表面に露出し若しくは表面に存在しているCOPが低減され、或いは消失する。

- 30 【0004】しかしながら、ボロン（Boron）をドーパントとするシリコンウエハを水素雰囲気中でアニール処理すると、酸素のみならず、ウエハ表面のボロンが外方拡散されてしまい、ウエハ表面部付近の抵抗率が、当初に想定したものとは異なってしまうという問題がある。

- 40 【0005】これに関し、特開平10-144698公報には、かかる発明者達が、ボロンを含有するシリコンウエハをアルゴン雰囲気中でアニール処理した場合に、ボロンは殆ど外方拡散せず、酸素のみが選択的に外方拡散されることを見出したことに基づき、ボロン含有シリコンウエハをアルゴン雰囲気中でアニール処理することにより、ボロン分布を殆ど変化させない方法が開示されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開平10-144698公報に係る発明はあくまでエピタキシャル成長の前処理として行われるものであって、また、この発明では、実際には、ウエハ表面におけるウエハ深さ方向のボロン濃度の十分な均一化を図ることはできない。

【0007】本発明は以上のような課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、ボロンがドーブされたシリコンウエハに対しても、ウエハ表層におけるウエハ深さ方向のボロン濃度の十分な均一化を図るいうことを達成することができる方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】以上のような目的を達成するために本発明者らが鋭意研究を行った結果、ボロンドーブされたシリコンウエハにアルゴンアニールを行うと、ボロンがドーブされたシリコンウエハの場合には、ウエハ深さ方向のボロン濃度については、シリコンウエハのウエハ表層のボロン濃度が一時的に上昇してから、それが徐々に低下していくという現象が観察された。

【0009】また、アルゴンアニールについて言えば、それを行った場合には表層付近における深さ方向のボロン濃度がフラットになるということが言われており、実際にボロン濃度がフラットなものであるとして商業的に流通しているものもあるが、そのようなものでも、実際にはウエハ表層のボロン濃度が一時的に上昇してから、それが徐々に低下していくという現象が観察された。

【0010】そして、かかるボロン濃度の一時的な上昇現象に対して、水素アニールによるボロン濃度低減効果をうまく適用することによって、ウエハ表層に存在する余分なボロンを除去し、ウエハ表層における深さ方向のボロン濃度をフラットにしてからアルゴンアニールを行うようにすることによって、シリコンウエハのウエハ表層におけるウエハ深さ方向のボロン濃度をフラットにすることができるということを見出し、本発明を完成するに至った。

【0011】因みに、本発明者らは、上記のようなシリコンウエハのウエハ表層におけるボロン濃度の一時的な上昇は、熱処理炉への投入前に何らかの原因でシリコンウエハに付着して来るボロンに起因しているのではないかと考えている。

【0012】より具体的には、本発明は以下のようなものを提供する。

【0013】(1) ボロンドーブされたシリコンウエハをアルゴン雰囲気下で熱処理を行うにあたって、当該アルゴン雰囲気を適宜水素雰囲気或いは「アルゴンガスと水素ガスの混合気」に切り換えることによって、熱処理後の「ボロンドーブされたシリコンウエハ」のウエハ表層におけるウエハ深さ方向のボロン濃度の均一化を図る方法。

【0014】なお、上記の「ウエハ表層」というのは、基本的にはウエハ表面から5 μ mの範囲内、より好ましくは10 μ mの範囲内を想定している。

【0015】(2) ボロンドーブされたシリコンウエハをアルゴン雰囲気下で熱処理を行うにあたって、当該熱処理の初期段階において、当該アルゴン雰囲気を適宜水素雰囲気或いは「アルゴンガスと水素ガスの混合気」

で当該熱処理を行うことによって、当該熱処理を行う前の段階でボロン汚染されたシリコンウエハの表面より当該ボロン汚染を除去してから、その後の熱処理をアルゴン雰囲気下で行うことを特徴とするシリコンウエハの熱処理方法。

【0016】非酸化性雰囲気下の熱処理の初期段階において行われる、適宜水素雰囲気或いは「アルゴンガスと水素ガスの混合気」での熱処理は、ウエハ表層におけるウエハ深さ方向のボロン濃度の均一化を図るためのものである。

【0017】なお、「当該熱処理の初期段階」というのは、シリコンウエハの熱処理の最初の時期からということ（最初から熱処理炉に水素を流して熱処理を行い、暫く経過してからアルゴンに切り換えて熱処理を行うような場合）と、シリコンウエハの熱処理の初期の所定の期間ということ（最初は熱処理炉にアルゴンを流し、暫くしてから水素に切り換えて熱処理を行い、その後再びアルゴンに切り換えて熱処理を行うような場合）の両方を含む概念である。このような段階で水素熱処理を行うことにより、ウエハ表層に存在する余分なボロンが除去され、ウエハ表層における深さ方向のボロン濃度がフラットにされてからアルゴンアニールが行われることになる。そして、アルゴンアニールでは、ウエハ表層における深さ方向のボロン濃度がフラットにされた状態が維持されることとなるので、本発明によれば、結果的に、表層における深さ方向のボロン濃度がフラットなシリコンウエハを得ることができることになる。

【0018】(3) 前記「アルゴンガスと水素ガスの混合気」は爆発限界以下の濃度で水素ガスを含む「アルゴンガスと水素ガスの混合気」であることを特徴とする(1)または(2)記載の方法

【0019】(4) ボロンドーブされたシリコンウエハのウエハ表層におけるウエハ深さ方向のボロン濃度をフラットにするように水素ガスを添加してアルゴンアニールを行う方法。

【0020】「ボロンドーブされたシリコンウエハのウエハ表層におけるウエハ深さ方向のボロン濃度をフラットにするように水素ガスを添加」というのは、例えば「アルゴンアニールの初期の段階で水素を添加して水素熱処理を行うようにすること」である。

【0021】この場合において、初期段階における水素熱処理は、例えば800℃～1200℃の間で行うようにすることができる。この場合において、例えば、熱処理炉を昇温している最中において、800℃未満で水素熱処理を行った場合（例えば、300℃で水素を添加して、300℃～500℃で水素アニールを行ってから、500℃でアルゴン雰囲気に切り換えたような場合）には、水素アニールによるウエハ表層からのボロンの除去効果が遅くなることから実用的ではない。この一方で、例えば、熱処理炉を昇温している最中において、120

0℃を越えたあたりで水素熱処理を行うようにした場合（例えば、1210℃で水素を添加して、1210℃～1300℃で水素アニールを行ってから、1300℃でアルゴン雰囲気中に切り換えたような場合）には、1200℃に至るまでの間にアルゴンアニールがなされてしまうことになり、これによってアルゴンアニールの効果が先行してしまい、本発明が意図するような水素アニールによるボロン除去効果が十分に機能しない可能性がある。

【0022】なお、このような条件は、水素が100パーセントの状態で行った場合とアルゴンとの混合ガスで行った場合、或いは水素アニールの時間等によって異なるが、水素の爆発限界である4パーセントの場合でも、800℃～1200℃の温度であれば本発明を実施することができる。また、水素が100パーセントの状態で行った場合には、800℃未満の温度でも本発明を実施することができ、水素熱処理時間も短くなる。

【0023】いずれにしても、本発明に係る「初期段階での水素熱処理」の条件は、得ようとしているウエハや装置の状態等を総合的に勘案して決定されることとなる。

【0024】(5) シリコンウエハの表面に付着しているボロンを利用して、ボロンドープされたシリコンウエハのウエハ表層におけるウエハ深さ方向のボロン濃度をフラットにしなが、前記「ボロンドープされたシリコンウエハ」を非酸化性雰囲気下で熱処理をする方法。

【0025】「非酸化性雰囲気下」というのは、水素雰囲気下或いはアルゴン雰囲気下のように、シリコンウエハの表層付近のCOPを消滅させるために使用される一般的な非酸化性雰囲気下で行われることを意味する。

【0026】(6) 「ボロンドープされたシリコンウエハ」のウエハ表層におけるウエハ深さ方向のボロン濃度をフラットにするために水素ガスもしくは「アルゴンガスと水素ガスの混合気」を使用する方法。

【0027】(7) 前記「前記ボロンドープされたシリコンウエハ」は、ボロンが非高濃度にドープされたシリコンに係るシリコンウエハである(1)から(6)記載の方法。

【0028】本発明で言う「非高濃度」というのは、ボロン濃度について、好ましくは 1×10^{16} atoms/cm²以下、より好ましくは 1×10^{15} atoms/cm²以下、更に好ましくは 1×10^{14} atoms/cm²以下である。

【0029】(8) 前記「前記ボロンドープされたシリコンウエハ」は、ボロンが非高濃度にドープされたシリコンに係るシリコンウエハであって、(1)から

(5) いずれか記載の方法を使用することによって製造されたシリコンウエハ。

【0030】(9) ボロンドープされたシリコンウエハをアルゴン雰囲気下で熱処理を行うにあたって、当該熱処理を行う前の段階においてシリコンウエハの表面が

ボロンで汚染された場合には、当該アルゴン雰囲気における熱処理の初期段階で水素もしくは「アルゴンガスと水素ガスの混合気」で熱処理を行うことによって、熱処理後の「ボロンドープされたシリコンウエハ」のウエハ表層におけるウエハ深さ方向のボロン濃度の均一化を図る方法。

【0031】このように、アルゴン雰囲気における熱処理の初期段階で水素もしくは「アルゴンガスと水素ガスの混合気」で熱処理を行うことによって、シリコンウエハのウエハ表面からボロン汚染が除去され、ウエハ表面がクリーニングされた状態でアニールが行われることとなる。そして、この場合においては、ウエハ表面がクリーニングされた後に、ボロンの外方拡散が少ない環境であるアルゴン雰囲気下でアニールが行われることとなり、ウエハ表層におけるウエハ深さ方向のボロン濃度の均一化が図られることとなる。

【0032】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について説明する。まず、図1は、「ボロンドープされたシリコンウエハ」の初期抵抗率が異なるものについて、アルゴンアニールを施したときのウエハ深さ方向のボロン濃度の変化を示すグラフであり、図2は、「ボロンドープされたシリコンウエハ」の初期抵抗率が異なるものについて、水素アニールを施したときのウエハ深さ方向のボロン濃度の変化を示すグラフである。なお、ボロン濃度の検出はSIMS (Secondary Ion Mass Spectroscopy) によって行った。

【0033】因みに、この実施の形態では、シリコンウエハは、径が200mmの(100)面に成長をさせたp型ボロンドープシリコンウエハを使用した。かかるp型ボロンドープシリコンウエハの酸素濃度は $10.0 \sim 15.0 \times 10^{17}$ atoms/cm³であり、抵抗率は1～30Ω-cmであった。

【0034】これらの図1中のサンプルAに示されているように、高濃度でないボロンがドープされたシリコンウエハ（非高濃度にボロンがドープされたシリコンウエハ）にアルゴンアニールを施した場合には、ウエハ深さ方向のボロン濃度については、ウエハ表層におけるある一定の場所においてボロン濃度が一時的に上昇してから、それが徐々に低下していくという現象が観察される。なお、これについては、アニール温度及びアニール時間に関わらず、このような現象が起こることが本発明者らによって確認されている。

【0035】一方、図2に示されるように、水素アニール後では、ボロンが外方拡散することにより、表層濃度が減少するということが、一般的には、よく知られている。

【0036】しかしながら、図1に示されるように、アルゴンアニールでは、表層のボロン濃度分布がフラットな場合もあるが、多くは表層でボロン濃度が上昇するの

である。これに関し、アルゴン雰囲気中の熱処理でボロンが外方拡散しにくいということ自体は特開平10-144698号公報で説明されているが、ボロン濃度が上昇する現象に関してはその理由が不明であったのである。

【0037】このようなことから、本発明者らは、表層におけるボロン濃度上昇の原因を明らかにする手がかりを得るために、処理温度・時間を変化させてアルゴンアニールを実施したのである。その結果、全ての水準で表層のボロン濃度が上昇するものの、高温・長時間ほど表面近傍の濃度が下がり、内部側へ高濃度に拡散していることがわかったのである(図3及び図4)。

【0038】このことは、熱処理中にウエハ外部から常時ボロンの供給があるわけではなく、アルゴンアニール投入前段階で既に付着したボロンが内部へ拡散したことを示唆している。この一方で、水素アニールによって表層ボロン濃度が低下する理由としては、表面に付着したボロンが、アニール中に水素と反応して除去され、表層*

表1

水準	水素添加温度(℃)	添加水素比率(%)
1	800	100
2	800	4
3	1000	100
4	1000	4
5	1200	100
6	1200	4

【0043】アニール後のSIMS分析結果の一例を図5に示す。この図5においては、比較のために、アルゴンのみで処理した後のボロン濃度分布と水素のみで処理した後のボロン濃度分布を示している。この図5に示されるように、熱処理の初期段階で水素添加を行ったアルゴンアニールでは、表層のボロン濃度が均一化しているとい

うことがわかる。
【0044】次に、初期段階における水素添加濃度が4%と100%の場合のそれぞれについて、水素添加が行われた際の熱処理の温度を800℃、1000℃、1200℃と変化させたときのボロン濃度分布を調べた。その結果を図6～図11に示す。

【0045】この図6～図11から得られる結果を纏めると以下ようになる。

【0046】1) アルゴンアニールを実施するにあたり、高温保持の前段階で水素ガスを添加することにより、表層のボロン濃度上昇を抑制出来た。

【0047】2) 水素ガスへの切替タイミングとしては、100%水素添加の場合、800℃以上であれば十分である。

【0048】3) 一方、4%水素添加の場合、若干表層ボロンの上昇傾向が見られるが、抑制効果は出ている。

【0049】以上説明したように、非高濃度にボロンがドーブされたシリコンウエハにアルゴンアニールを施した場合には、ウエハ表層におけるある一定の場所においてボロン濃度が一時的に上昇することから、この部分が

*のボロンがウエハ外方への拡散を起こすからであると推定している。

【0039】そこで、アルゴンアニールを実施する上で、1200℃保持の前段階のある時点で、表層に付着しているボロンを脱離せしめるように水素あるいは水素含有ガスを添加し、その後アルゴンに切り替えて処理することにより、均一なボロン分布が得られるのではないかと考え、以下のような実験を行い、所望の結果を得た。

【0040】

【実施例】水素或いは水素含有ガス(アルゴン希釈)への切替のタイミングを表1のように行い、それぞれの温度で24分間保持した後、1200℃にてアルゴンアニールを継続した。

【0041】使用したウエハは直径200mm P型(ボロンドープ)抵抗率10-20($\Omega \cdot \text{cm}$)である。

【0042】

【表1】

形成されるタイミングに照準を合わせて、アルゴン雰囲気を適宜水素雰囲気或いは「アルゴンガスと水素ガスの混合気」に切り換えることによって、前記ボロンドープされたシリコンウエハのウエハ表層におけるウエハ深さ方向のボロン濃度の均一化を図ることができる。

【0050】あるいは、低濃度にボロンがドーブされたシリコンウエハを「アルゴンガスと水素ガスの混合気」の雰囲気下で熱処理をするにあたって、当該「アルゴンガスと水素ガスの混合気」中の水素ガスの混合比を変化させることによって、前記ボロンドープされたシリコンウエハのウエハ表層におけるウエハ深さ方向のボロン濃度の均一化を図ることもできると考えられる。

【0051】因みに、本発明を実施する際には、水素ガスによる熱処理工程を含むことから、基本的には水素アニール用の熱処理炉を使用することとなるが、「アルゴンガスと水素ガスの混合気」についてこれを爆発限界以下の濃度(4%以下の濃度)で水素ガスを含むものとすることによって、水素ガスを使用する場合に必要なであった防爆構造が不要となり、熱処理炉全体の熱容量が小さくなるので、昇降温を急速に行なうことが可能な構造を備える熱処理炉仕様とすることができるようになり、これによって、アニール時間の短縮化を図ることができるようになる。

【0052】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、非高濃度にボロンがドーブされたシリコンウエハに対し

ても、ウエハ表層におけるウエハ深さ方向のボロン濃度の十分な均一化を図ることができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 「ボロンドープされたシリコンウエハ」の初期抵抗率が異なるものについて、アルゴンアニールを施したときのウエハ深さ方向のボロン濃度の変化を示すグラフである。

【図2】 「ボロンドープされたシリコンウエハ」の初期抵抗率が異なるものについて、水素アニールを施したときのウエハ深さ方向のボロン濃度の変化を示すグラフである。

【図3】 非高濃度にボロンドープされたシリコンウエハのアルゴンアニールを行うにあたって、熱処理時間を一定(1時間)にして、熱処理温度を1100℃、1150℃、1200℃と変化させた場合の結果を示すグラフである。

【図4】 アルゴンアニールを行うにあたって、熱処理温度を一定(1150℃)にして、熱処理時間を1時間、4時間、8時間と変化させた場合の結果を示すグラフである。

【図5】 アルゴンアニールを行った場合に、熱処理の初期段階で水素を添加したときのボロン濃度分布を、ア*

* ルゴンのみで処理した後のボロン濃度分布と水素のみで処理した後のボロン濃度分布と共に示したグラフである。

【図6】 初期段階における水素添加濃度が100%で、水素添加が行われた際の熱処理の温度が800℃のときのボロン濃度分布を示すグラフである。

【図7】 初期段階における水素添加濃度が4%で、水素添加が行われた際の熱処理の温度が800℃のときのボロン濃度分布を示すグラフである。

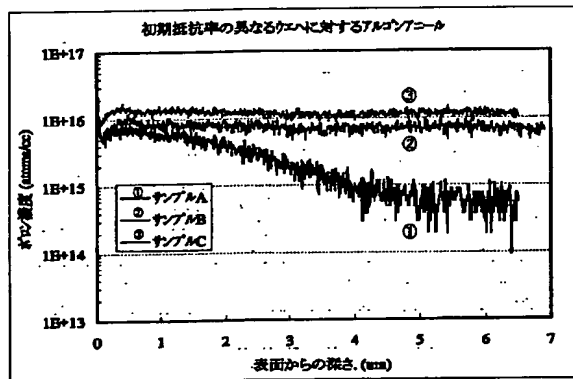
10 【図8】 初期段階における水素添加濃度が100%で、水素添加が行われた際の熱処理の温度が1000℃のときのボロン濃度分布を示すグラフである。

【図9】 初期段階における水素添加濃度が4%で、水素添加が行われた際の熱処理の温度が1000℃のときのボロン濃度分布を示すグラフである。

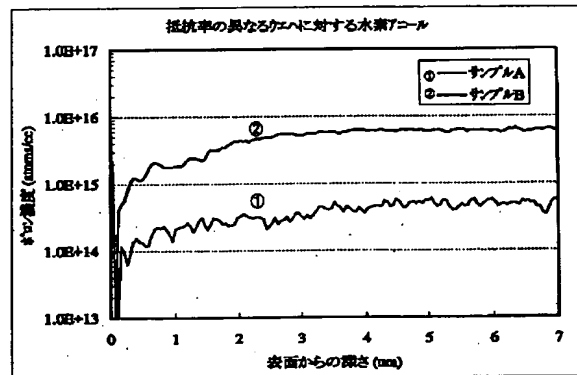
【図10】 初期段階における水素添加濃度が100%で、水素添加が行われた際の熱処理の温度が1200℃のときのボロン濃度分布を示すグラフである。

20 【図11】 初期段階における水素添加濃度が4%で、水素添加が行われた際の熱処理の温度が1200℃のときのボロン濃度分布を示すグラフである。

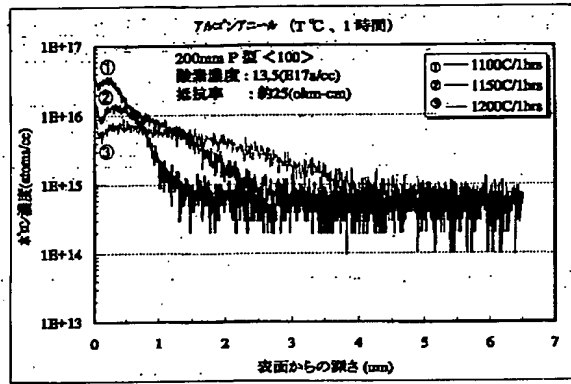
【図1】



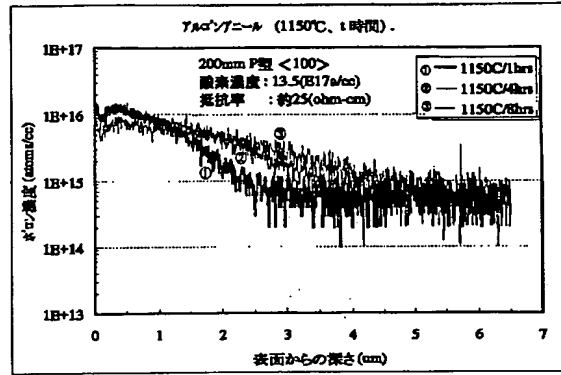
【図2】



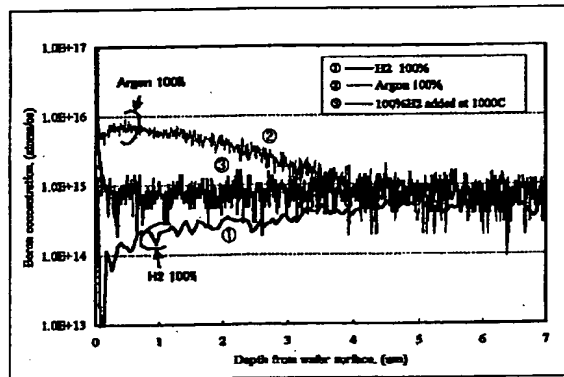
【図3】



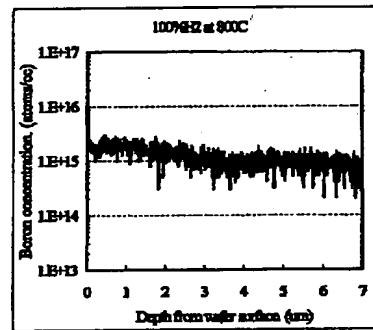
【図4】



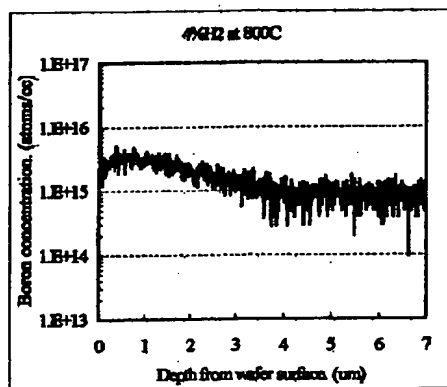
【図5】



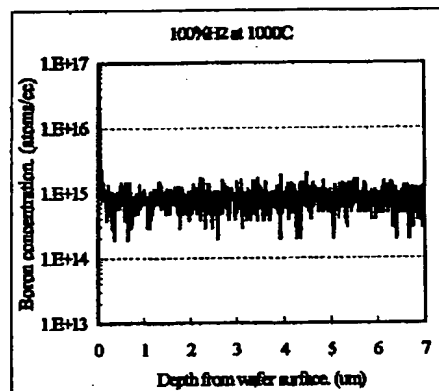
【図6】



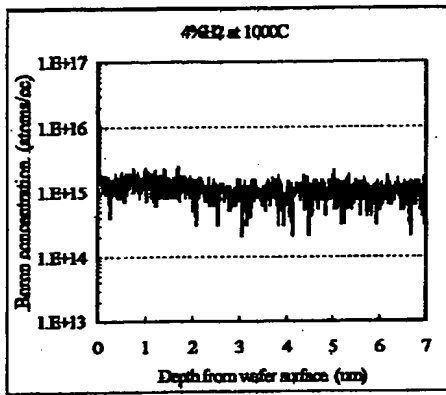
【図7】



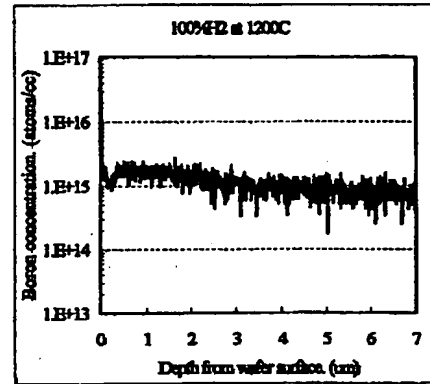
【図8】



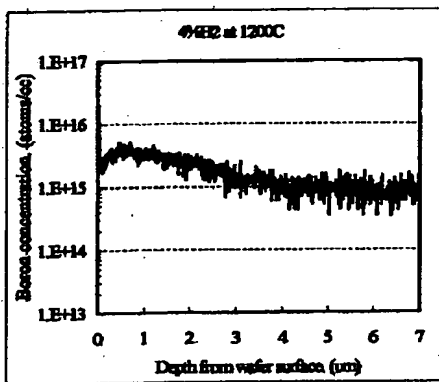
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 松山 博行
 神奈川県平塚市四之宮2612番地 コマツ電
 子金属株式会社内

Fターム(参考) 4G077 AA02 BA04 EB01 FE02

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images
problems checked, please do not report the
problems to the IFW Image Problem Mailbox**